
Ordenació i condicionament de les zones humides del Parc Natural del Garraf (conca mediterrània)

Àlex Muñoz Sol

*Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrícola
Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl
Universitat de Lleida*

Introducció

A causa de l'elevada varietat climàtica i geològica, la península Ibèrica és una zona amb una gran quantitat d'ecosistemes aquàtics. En els últims anys han rebut una especial atenció els aiguamolls o zones humides, que es caracteritzen, entre altres coses, per la seva poca profunditat d'aigua, fins a l'extrem, en determinats casos, que l'aigua lliure no existeix i només se'n detecta la presència pel tipus de vegetació.

Les zones humides són petites llacunes naturals o artificials, permanents o temporals i d'aigua estancada o que en algun cas també flueix amb funcions importants en el seu context geogràfic malgrat les seves reduïdes dimensions. La importància que tenen dins el context de la conservació biològica és tal, que constitueixen l'únic tipus d'ecosistema que posseeix un tractat internacional per a la seva conservació, el conveni de RAMSAR (anònim, 1992).

Aquestes zones són veritables centres de biodiversitat, així com també ambients imprescindibles per a la supervivència d'espècies singulars per raó de la seva raresa, la seva distribució restringida o l'estatus de les seves poblacions (Prat, 1995).

Dins el marc del Parc Natural del Garraf, actuen com a ambients d'alimentació i cria per a l'ornitofauna i herpetofauna, i proporcionen un contrast paisatgístic molt important i característic. Aquestes petites zones humides estan interrelacionades amb el delta del Llobregat, principalment a través de la riera dels Canyars, que, amb una superfície de conca de 1.450 ha, és una de les més importants de les que drenen el Garraf, portant al mar aigües de rieres tan significatives com la de Joan, de la Sentiu i de Can Llong, i d'alguns dels cims més importants del massís, com la Morella i les Agulles, complint un paper fonamental com a connector biològic, connectant la flora i la fauna dels diferents ambients deltaics amb els de la Serralada Litoral (Rives, 1995).

Objectius

El projecte s'emmarca dins el Pla de seguiment del patrimoni biològic i de paràmetres fisicoquímics i socioeconòmics del Parc Natural del Garraf, concretament dins el capítol de recollida de dades fisicoquímiques i en l'apartat d'hidrologia. Està promogut pel Servei de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona amb l'objectiu general de conèixer la localització, les característiques fisicoquímiques i morfològiques dels diferents punts d'aigua (basses i estanyols) i el seu estat de conservació actual. Els objectius del treball són els següents:

- Estudiar i caracteritzar tipològicament les zones humides del Parc.
- Determinar i avaluar les seves problemàtiques i impactes particulars.
- Proposar actuacions per al seu possible condicionament en funció de les seves aptituds i dels usos previstos.
- Planificar la seva gestió i l'ordenament d'usos.

Material i mètodes

L'estratègia del treball es va dividir en tres fases: 1) localització cartogràfica i breu caracterització de les zones humides; 2) mostreig i anàlisi de dades en dues èpoques diferenciadades i ben contraposades, i 3) avaluar els resultats obtinguts i planificar una sèrie d'actuacions de condicionament.

1. Punts i campanyes de mostreig

Es van mostrejar 27 basses, les més interessants des del punt de vista de la conservació. El mostreig es va repetir en dues campanyes, en dues èpoques crítiques pel que fa al contrast de condicions meteorològiques, hidrològiques i biològiques. La primera es va fer a la primavera, durant la segona quinzena d'abril i començament de maig (màxim de pluges), i la segona, a l'estiu, durant l'última quinzena de juliol (estiatge).

2. Mesures i determinacions

2.1. Característiques morfològiques

Es va determinar la profunditat (Z) en les dues campanyes, utilitzant una plomada graduada, i també es va mesurar el perímetre (P) de la bassa.

2.2. Característiques fisicoquímiques

Les variables analitzades foren les següents:

- Temperatura de superfície (Tems) i de fons (Temf)
- Conductivitat elèctrica (CE)
- pH (pH)
- Oxigen dissolt en la superfície (Os) i en el fons (Of), i percentatge de saturació de superfície (Sos) i de fons (SOf)
- Terbolesa (Ter)
- Profunditat de visió del disc de Secchi (DS)
- Intensitat de la llum (Iz) ($I_z = I_0 \times e^{-\mu \cdot z}$, on $\mu = 1,7/D \cdot S$)
- Índex de l'estat tròfic (TSI) $TSI = 60 - 14,41 \times \ln D \cdot S$ (m); $TSI = 9,81 \ln Clo$ (mg/m^3) + 30,6, on Clo és la concentració de clorofil·la a.

Les dades es van introduir en el programa estadístic Statgraphics per fer una taula de correlacions i posteriorment mirar l'anàlisi de components principals.

L'anàlisi de components principals es va dividir en dos

apartats: en el primer es van analitzar les dades de les dues campanyes conjuntament per tal d'estudiar l'efecte de la variació en el temps, i poder d'aquesta manera estudiar l'evolució dels diferents sistemes. I en el segon es va fer una anàlisi de les dades de cada campanya separadament, per tal d'estudiar la variació en l'espai.

2.3. Components biòtics

2.3.1. Clorofil·la a

La determinació de la concentració de pigments fotosintetitzadors s'efectua per estimar aproximadament la biomassa i capacitat de fotosíntesi del fitoplàncton. La relació entre les diferents classes de pigments és indicativa tant de la composició taxonòmica de la mostra, com de l'estat fisiològic de la comunitat. Alhora, la relació amb altres paràmetres (principalment la producció) proporciona informació sobre el funcionament del sistema (Ros, 1979).

El valor de la clorofil·la, calculada com a clorofil·la a (metanol 90%), clorofil·la a ($\mu g/l$) = $13,9 D_{665} \times V/B$, es va tractar com una dada fisicoquímica, fent la taula de correlació i l'anàlisi de components conjuntament amb la resta de les variables, tal com s'explica en l'apartat 2.2.

2.3.2. Macroinvertebrats

Per tal de complementar la informació aportada per les dades fisicoquímiques i donar una visió més integrada de l'activitat biològica del medi estudiat, s'han utilitzat les unitats sistemàtiques de macroinvertebrats bentònics, com a elements de judici per a l'avaluació de la qualitat biològica de les aigües (Palau *et al.*, 1986), fent un mostreig agrupat i qualitatiu, analitzat al laboratori.

Per estudiar la qualitat de l'aigua a través dels macroinvertebrats, s'ha utilitzat l'índex BMWP' (Alba-Tercedor i Sánchez-Ortega, 1988). A diferència dels sistemes fluvials, les zones humides són petits sistemes lacustres amb un flux de renovació de l'aigua molt inferior i unes temperatures a l'estiu més elevades. Per això, s'ha adaptat l'índex suprimint, en primer lloc, el primer grup de famílies, ja que biogeogràficament és difícil de trobar-les en aquests sistemes, després eliminant aquelles famílies típicament reòfiles (vegeu l'índex modificat BMWP', taula 1) i, finalment, modificant l'escala de significació dels valors del BMWP' (taules 2a i 2b) prescindint de les dues primeres classificacions.

Taula 1. Sistema de puntuació modificat de l'índex BMWP'. Puntuacions assignades a les diferents famílies de macroinvertebrats aquàtics per a l'obtenció del BMWP'.

Família	Puntuació
Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae. Cordulegasteridae, Aeshnidae	
Corduliidae, Libellulidae. Psychomyiidae	10
Ephemereleididae, Nemouridae, Plycentropodidae	8
Viviparidae, Ancyliidae, Hydroptilidae, Unionidae, Gammaridae. Platycnemididae, Coenagriidae	7
Dryopidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae. Tipulidae. Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae	6
Baetidae (g. Cloeon), Caenidae. Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae. Stratiomyidae, Dixidae.	
Ceratopogonidae, Limoniidae, Psychodidae. Sialidae. Piscicolidae. Hidracarina	5
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae. Notonectidae, Corixidae. Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae. Valvaridae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae. Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae	
Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae. Asellidae, Ostracoda	4
Chironomidae, Culicidae, Thaumaleidae, Ephydriidae	3
Oligochaeta (totes les classes)	2

A partir de la classificació resultant, es va donar un valor de conservació segons la qualitat de l'aigua obtinguda (taules 2a i 2b), que és una escala que intenta donar més importància a les millors qualitats; aquest valor de conservació, juntament amb el valor de conservació de la vegetació, s'utilitzen per fer una diagnosi ambiental (vegeu l'apartat 2.4).

Taula 2a. Significació de l'índex BMWP'. La puntuació s'obté d'aplicar la suma dels valors assignats a cadascuna de les famílies de macroinvertebrats (vegeu la taula 3).

Classe	Estat de conservació	Puntuació modificada	Puntuació original (valor BMWP')
I	Molt bo	> 35	> 61
II	Bo	16-34	36-60
III	Mitjà	10-15	16-35
IV	Dolent	< 10	< 15

Taula 2b. Valor de conservació dels macroinvertebrats. Aquesta classificació fa referència a la significació de l'índex BMWP' mostrada en la taula 3.5.

Classe	Valor de conservació
I	2
II	1
III	0,5
IV	0,25

2.3.3. Comunitats vegetals

Es va fer un croquis de la zona humida prenent nota de totes les espècies arbòries i arbustives i de les herbàcies dominants. Es va anotar també un valor d'abundància segons l'escala Braun-Blanquet (taula 3) (Aguiló *et al.*, 1992) i un valor de conservació (de 0 a 2).

Taula 3. Escala de percentatge de cobertura o nombre d'individus segons Braun-Blanquet.

Valor	Percentatge de cobertura o nre. d'individus
5	Cobertura > 75%
4	Cobertura entre 50 i 75%
3	Cobertura entre 25 i 50%
2	Cobertura entre 5 i 25%
1	Abundant, però poca cobertura, o pocs individus però més cobertura
+	Pocs individus i poca cobertura
r	Individus rars o únics i poca cobertura

2.4. Diagnosi ambiental

La finalitat d'aquesta diagnosi és descriure d'una manera concisa els trets distintius de cada zona estudiada i arribar a determinar la seva qualitat ambiental o índex de qualitat ambiental.

A partir d'un índex d'afecció i dos valors de conservació, s'ha calculat empíricament la qualitat ambiental de cada zona estudiada, per poder avaluar quantitativament el seu estat i establir una tècnica senzilla, per tal de facilitar la gestió i fer un seguiment en el temps d'aquests sistemes aquàtics i el seu entorn.

2.4.1. Índex d'alteració (IA)

S'ha calculat un valor que quantifica la magnitud d'una pertorbació (taula 4), per tal d'utilitzar-lo com un indica-

dor d'impacte ambiental que, disposant d'una funció de valors associada, permeti establir la qualitat ambiental de la zona estudiada (Conesa, 1993).

Per cada element de la llista present a la zona d'estudi es va sumant la puntuació, i d'aquesta manera l'índex d'alteració (IA) pren valors d'entre 0 i 4 ($IA = A + B + C + D + E$).

Taula 4. Llista i puntuació de les diferents alteracions ambientals de les zones humides estudiades.

Impacte	Puntuació
A. Via de comunicació:*	
– absència	0
– corriol (de 0,5 a 1 m)	0,25
– camí (d'1 a 3 m)	0,25
– pista forestal**	0,25
– pista asfaltada	0,5
B. Motius de degradació i grau d'artificialització:	0,5
– absència	0
C. Abocaments incontrolats:	1
– absència	0
D. Curullament per abocament de pedres, runa, etc.:	1
– absència	0
E. Presència de torres d'alta tensió i altres alteracions:	0,25
– absència	0

* Es considera un impacte per presència de via de comunicació quan aquesta no estigui més lluny de 100 m del perímetre de la làmina d'aigua de la zona humida. ** De 4 a 5 m i drenatge complet (Valero *et al.*, 1996).

2.4.2. Valor de conservació global (VC_G)

Per determinar el valor de conservació global (VC_G) s'han utilitzat les valoracions de l'estat de conservació de la vegetació (VC_v, de 0 a 2), i dels macroinvertebrats (VC_m, de 0 a 2), ja que són característiques prou fàcilment quantificables i conegudes per utilitzar-les com a indicadores de l'estat del medi. La seva capacitat indicadora és força reconeguda (Margalef, 1983; Ghetti *et al.*, 1989), $VC_G = VC_v + VC_m$, on VC_G pren valors d'entre 0 i 4.

2.4.3. Valor de la qualitat ambiental (QA)

A partir dels valors obtinguts en els apartats anteriors es calcula la qualitat ambiental (QA) de cada zona (taula 5), que és la capacitat perquè la seva estructura i domini actual es conservin (Conesa, 1993). Aquesta capacitat es quantifica amb una escala de -1 a 1.

S'ha establert una fórmula senzilla a partir de la qual, i utilitzant el valor de conservació global i l'índex d'alteració comentats anteriorment, es calcula la qualitat ambiental: $QA = VC_G - IA / 4$.

Amb aquesta fórmula s'obtenen uns valors d'entre -1 (zones molt alterades) i 1 (zones no gens alterades).

Taula 5. Escala de qualificacions i de colors segons la qualitat ambiental.

Qualitat ambiental	Qualificació
-1,00-0,20	Baixa
0,21-0,59	Mitjanament alta
0,60-0,90	Alta
0,91-1,00	Molt alta

Inventari de les zones humides

En aquest inventari s’ha agrupat tota la informació recollida en el camp per tal de caracteritzar totes les zones humides estudiades.

La informació de cada bassa o zona humida s’ha agrupat en cinc punts: localització, morfometria i qualitat ambiental, característiques fisicoquímiques, vegetació i macroinvertebrats bentònics (Muñoz, 1997).

Resultats i discussió

1. Relacions entre les diferents variables estudiades

Els resultats es mostren en la taula 6 (campanya de l’abril) i en la taula 7 (campanya del juliol). Les correlacions més destacables són les següents:

- S’observa que la temperatura manté una relació inversament proporcional amb la conductivitat elèctrica (CE), fet que es podria relacionar amb la precipitació dels carbonats de calci i magnesi que es produeix per l’activitat fotosintètica alta en les hores centrals del dia, quan també la temperatura de l’aigua és màxima.
- El pH mostra una relació directament proporcional amb el tant per cent de saturació d’oxigen de superfície (SOs) i de fons (SO_f), fenomen esperat ja que, quan hi ha un excés de matèria orgànica i augmenta l’activitat microbiana, es consumeix oxigen i es desprèn diòxid de carboni (CO₂), de manera que s’acidifica el medi. I a l’inrevés, producció d’oxigen i assimilació de diòxid de carboni, quan l’activitat fotosintètica és elevada per part de les algues.
- El pH també mostra una relació directament proporcional a la concentració de clorofil·la *a* (Clo); és a dir, que quan hi ha concentracions elevades de clorofil·la *a* a causa

- de l’activitat fotosintètica, es produeix un augment del pH, i això és lògic tenint en compte el raonament anterior i sabent que les mesures es van prendre en hores de màxima activitat fotosintètica.
- La profunditat màxima d’aigua (Z_{max}) és inversament proporcional a l’índex de l’estat tròfic (TSI), és a dir, que com més Z_{max} presenta, més reserva d’oxigen té el sistema i, per tant, menys vocació eutròfica. Això ho confirma també la relació directament proporcional que s’estableix entre Z_{max} i el disc de Secchi (DS), o la relació inversament proporcional entre la Z_{max} i l’índex d’absorció de la llum (I_z).
 - La terbolesa (Ter) manté una relació inversament proporcional amb la mesura de l’índex de l’estat tròfic, calculat a través de la clorofil·la (TSI_c); indica que el fet que hi hagi una terbolesa elevada, a causa de les característiques del substrat o altres factors externs, disminueix la producció primària (Muñoz, 1997).

Els resultats obtinguts a la campanya del juliol són semblants als obtinguts a la de l’abril, i es mostren en la taula 7. Les correlacions més destacables són les següents:

- La temperatura, a diferència de la campanya de l’abril, no té cap relació significativa amb la concentració d’oxigen dissolt, com veurem en l’anàlisi de components. La concentració d’oxigen al juliol no depèn exclusivament de factors químics, sinó també de factors biològics.
- La conductivitat elèctrica (CE) mostra una relació inversament proporcional a la concentració de clorofil·la *a* (Clo), i ens indica que la CE, a diferència de la campanya de l’abril, pot ser indicadora de l’activitat fotosintètica del sistema.
- El valor de l’índex de l’estat tròfic (TSI) és directament proporcional a la distància al mar (Dm), és a dir, que les basses de l’interior presenten uns nivells d’eutròfia su-

Taula 6. Matriu de correlacions de la campanya de l’abril. Els valors següents són els coeficients de correlació entre les variables estudiades a la campanya del juliol, significatius a un nivell de probabilitat del 0,05.

	Tems	Temf	pH	CE	Os	SOs	Of	SO _f	Z _{max}	Ter	DS	I _z	TSI	Clo	IM	Dm	TSI _c
Tems		0,94		-0,43			-0,39										
Temf				-0,40													
pH						0,52		0,52						0,41			0,42
CE																	
Os						0,62	0,60	0,62									
SOs							0,91	0,99									0,40
Of								0,99			0,48						
SO _f																	0,39
Z _{max}											0,59	-0,49	-0,52			-0,44	-0,13
Ter																-0,34	-0,41
DS													-0,91	0,39			
I _z																0,55	
TSI																	
Clo																	0,56
IM																	
Dm																	
TSI _c																	

Taula 7. Matriu de correlacions de la campanya del juliol. Els valors següents són els coeficients de correlació entre les variables estudiades a la campanya del juliol, significatius a un nivell de probabilitat del 0,05.

	Tems	Temf	pH	CE	Os	SOs	Of	SOf	Zmax	DS	Iz	TSI	Clo	IM	Dm	TSIc
Tems		0,94														
Temf																
pH					0,44	0,60		0,46					0,44			
CE											0,43					
Os						0,94	0,94	0,92								
SOs							0,85	0,89								
Of								0,97								
SOf																
Zmax										0,59	-0,47	-0,57			-0,47	
DS												-0,90				
Iz																
TSI															0,44	
Clo																0,74
IM																
Dm																
TSIc																

periors als que presenten les del litoral (Muñoz, 1997).

2. Síntesi de les variables estudiades (anàlisi de components principals)

2.1. Variació en el temps

Es van analitzar les dues campanyes conjuntament. La variància acumulada dels dos components explicava un 47,8% de la variància total.

Es pot definir el sistema pels dos components principals següents:

- El primer component (eix horitzontal, figura 1), molt relacionat amb les variables indicadores de la concentració d’oxigen (Os, Of, SOs i SOf), que es mostren clarament contraposades a l’índex de l’estat tròfic (TSI), es pot associar al nivell d’eutròfia com a principal responsable de la variació dels diferents sistemes.
- El segon component (eix vertical, figura 1), relacionat amb la profunditat del disc de Secchi (DS) i la profunditat màxima d’aigua (Zmax), variables fortament oposades a la temperatura (Tems i Temf), es pot associar a les característiques morfològiques com a factor condicionador de l’estructura tèrmica de la bassa i de la seva productivitat. Aquests dos eixos són certament els més importants en ambients lacunars (Prat, 1995).

És interessant destacar que la profunditat màxima (Zmax) es troba oposada a la temperatura, fet que ens indica que hi ha una inèrcia tèrmica: les basses més profundes són les que tenen una temperatura més baixa, una relació típica d’aquests tipus de sistemes.

D’altra banda, el fet que les variables relacionades amb la concentració d’oxigen dissolt hagin quedat tan agrupades ens indica que no hi ha estratificació quant a les concentracions d’oxigen (Muñoz, 1997).

Campanya de l’abril i del juliol

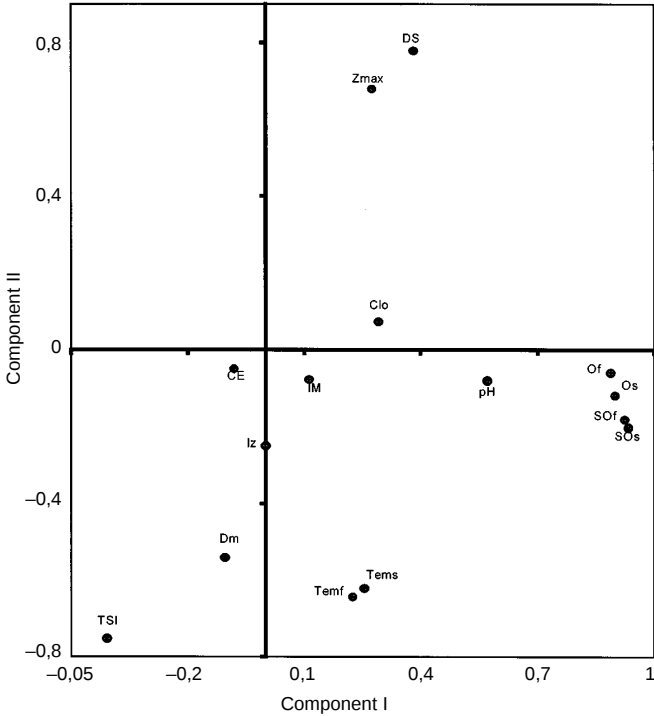


Figura 1. Anàlisi de components principals de la campanya d’abril i de juliol.

La distribució de les diferents zones estudiades sobre aquests dos components es pot veure en la figura 2. Cada bassa està representada per dos punts i una recta que ens indica la variació temporal des de la campanya de l’abril fins a la del juliol. Els punts sense recta corresponen a les zones humides que a la campanya del juliol estaven seques.

Aquesta anàlisi ha permès classificar les diferents zones estudiades en funció de la seva evolució en el temps, és a

Temporalitat de les zones humides

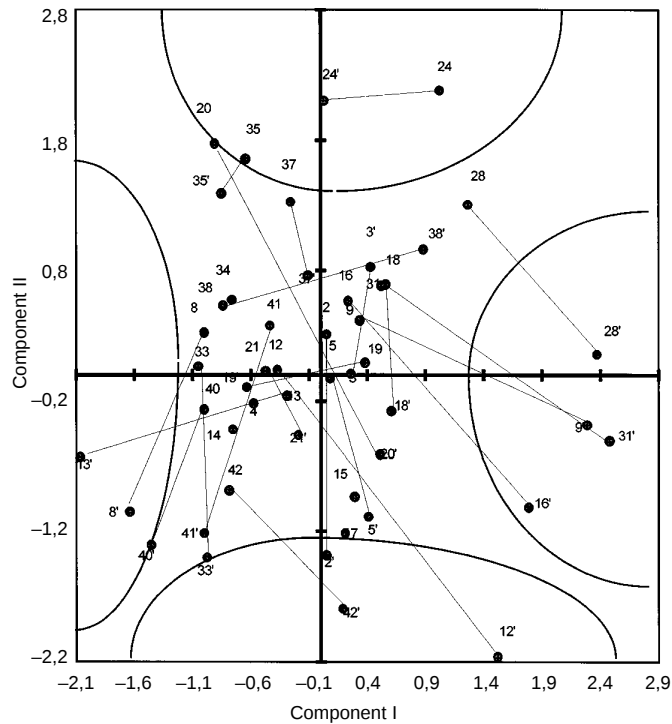


Figura 2. Variació en el temps de les zones humides segons l'anàlisi de components principals. Representació de la variació en el temps de les basses des de la campanya de l'abril fins a la del juliol (número amb ').

dir, en funció de la tendència de variació sobre un eix determinat (inclinació de la recta) (figura 2). En la taula 8 s'indica el significat dels codis de cada bassa.

- Basses associades al component I: BLL09, BLL19, GA13, GA24, GA31, GA38.
- Basses associades al component II: AP02, AP05, BLL03, BLL08, BLL18, BLL20, BLL21, GA33, GA37, GA40, GA41.
- Basses associades al component I i al component II: BLL16, BLL28, BLL35, GA12, GA42.
- Basses que s'han assecat: BLL04, BLL17, GA14, GA34.

Aquesta classificació des del punt de vista de la gestió, pot facilitar en gran mesura les pautes de seguiment per tal de constatar el funcionament dels processos responsables d'aquestes tendències.

D'altra banda, es poden utilitzar les més característiques quant al seu funcionament amb finalitats didàctiques o científiques per tal d'estudiar més a fons les tendències i l'evolució d'aquests petits sistemes aquàtics i donar a conèixer així la gran biodiversitat que presenta el Parc.

La figura 2 també ha permès deduir les basses més representatives de cada component (encerclades amb una línia).

- Basses més representatives del component I: GA24, BLL35, BLL20 (només a l'abril), GA42, AP02 (només a l'abril).
- Basses més representatives del component II: BLL28, GA31, BLL09, BLL16, BLL08, GA40, GA13.

2.2. Variació en l'espai

Es van analitzar les dues campanyes separatament. A la campanya de l'abril els dos components principals expli-

Taula 8. Taula de localització de les zones humides del Parc Natural del Garraf.

Codi	Topònim	Municipi	Unitat hidrològica	Altitud
AP 02	Santa Susanna	Avinyonet del Penedès	Riera de Begues	176
AP 05	Mas Vendrell	Avinyonet del Penedès	Riera de Begues	220
BLL 03	La Desfeta	Gavà	Riera Seca	410
BLL 04	La Clota	Begues	Riera de la Clota	415
BLL 08	D'Eramprunyà	Gavà	Riera Seca	390
BLL 09	Can Pessoles	Gavà	Riera Seca	285
BLL 15	Cal Jaques	Begues	Fondo Pelat de la Mata	377
BLL 16	Cal Jaques	Begues	Fondo Pelat de la Mata	406
BLL 17	Cal Jaques	Begues	Fondo de Fontanelles	402
BLL 18	Vall del Teix	Begues	Riera de Begues	364
BLL 19	Coll Sostrell	Gavà	Riera Seca	205
BLL 20	Fondo Can Pares	Gavà	Riera Seca	111
BLL 21	La Sentiu	Gavà	Riera Seca	85
BLL 28	Campgràs	Begues	Riera de Vallbona	501
BLL 35	La Pleta	Sitges	Fondo de les Creus	320
BLL 36	Safareig de la Pleta	Begues	Fondo de les Creus	310
GA 12	Can Grau	Olivella	Torrent Cínia	340
GA 13	Les Piques	Olivella	Riera de Jafre	326
GA 14	Cucona Mas Piques	Olivella	Riera de Jafre	320
GA 24	Cucona del Corral Nou	Olivella	Riera de Jafre	193
GA 31	La Fasina	Olivella	Fondo de la Fasina	135
GA 33	Can Marcet	Olivella	Fondo de l'Hort Gran	180
GA 34	Casa Vella	Sitges	Fons del Tro	270
GA 37	Montseva	Sitges	Fons de Montseva	140
GA 38	Ca l'Amell	Sitges	Fondo de Campdàsens	184
GA 40	La riera d'Olesa	Olesa de Bonesvalls	Riera d'Olesa	245
GA 41	La Liona	Olivella	Torrent Querol	255
GA 42	Castell d'Olivella	Olivella	Riera de Begues	248

caven un 45% de la variància total, i a la del juliol eren responsables d'un 48,9%.

S'observa que la significació (valor propi) dels eixos és pràcticament la mateixa que en l'apartat anterior (2.1), i el significat dels eixos també: l'eix horitzontal component I fa referència al nivell d'eutròfia, i l'eix vertical component II està relacionat amb les característiques morfològiques, tant per a la campanya de l'abril (figura 3), com per a la del juliol (figura 4).

A la campanya de l'abril (figura 3) les variables relacionades amb l'oxigen i la temperatura es mostren clarament contraposades, i això indica que tenen una relació química simple, relació indicada també en la matriu de correlacions (apartat 1.1).

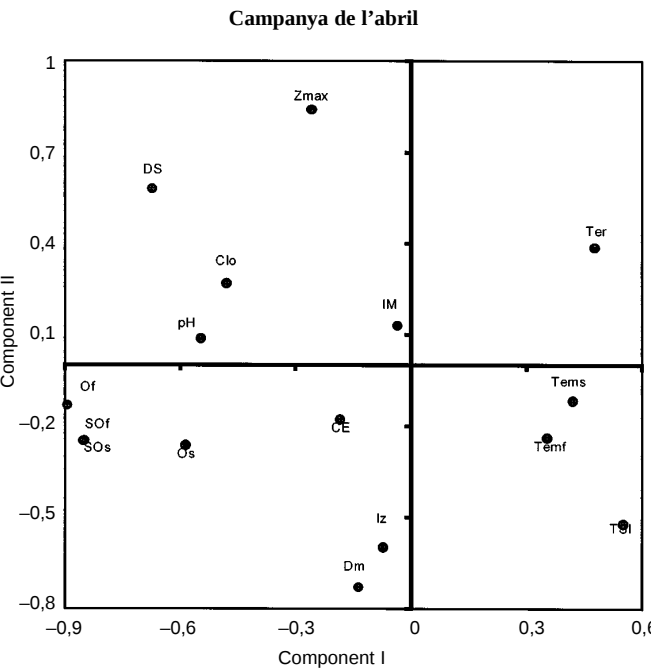


Figura 3. Anàlisi dels components principals de la campanya de l'abril.

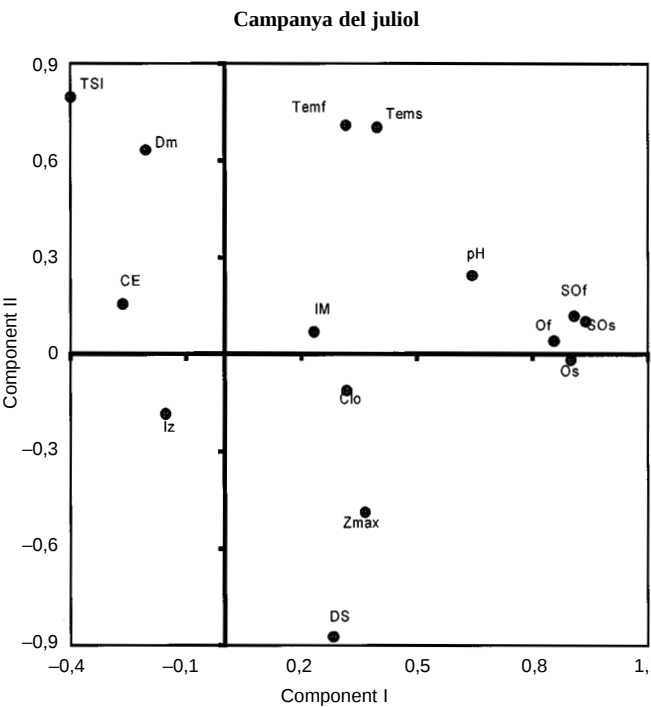


Figura 4. Anàlisi dels components principals de la campanya del juliol.

En canvi, a la campanya del juliol (figura 4) l'oxigen i la temperatura són al mateix quadrant, no estan tan contraposades, la qual cosa indica que quan augmenta la temperatura, augmenta la concentració d'oxigen dissolt; per tant, tenen una relació condicionada per l'activitat biològica.

Aquests resultats observats fins aquí ens indiquen que hi ha diferències en la biologia dels sistemes entre la campanya de l'abril i la del juliol.

A la campanya de l'abril segons l'eix horitzontal si augmenta el pH, també augmenta la CE; mantenen una relació directament proporcional, pròpia dels sistemes oberts (rius, etc.), cosa que demostra que hi ha una taxa de renovació elevada. En canvi, a la campanya del juliol si augmenta el pH, disminueix la CE; en aquesta època l'activitat biològica implica que hi ha més assimilació de nutrients i més producció.

La variable distància al mar (Dm), tant a la campanya de l'abril com a la del juliol, té un pes important, ja que es manté en els extrems dels eixos, i això indica que hi ha un altre factor o variable, que no s'ha analitzat, responsable d'aquestes diferències entre basses segons la seva distància al mar. Un d'aquests factors o variables no analitzats podria ser la concentració de clorurs provinents del litoral (efecte aerosol), o bé factors geològics.

D'altra banda, també s'observa que la Dm està clarament contraposada a la variable de la profunditat del disc de Secchi (DS); és a dir, que les basses de l'interior tenen una lectura del DS inferior, a causa de la terbolesa o d'un nivell d'eutròfia superior.

A la campanya del juliol (figura 4), es veu clarament que la temperatura (Temf i Tms) és un paràmetre diferenciador de la morfometria de les basses: si augmenta la profunditat màxima (Zmax), disminueix la temperatura. Amb això també es confirma que la temperatura és un paràmetre que marca l'estacionalitat d'aquests sistemes aquàtics i de tots els sistemes lacunars efimers com els que s'han estudiat (Muñoz, 1997).

3. Diagnosi ambiental (càlcul del valor de la qualitat ambiental)

Aquest valor també apareix en les fitxes de l'inventari, en què es pot observar com coincideix que les zones més ben

Taula 9. Qualitat ambiental de les zones humides.

Zona humida	VC _V	VC _M	IA	QA
AP 02	1,5	2	1,25	0,56
BLL 03	1	2	1,25	0,6
BLL 04	1,5	1	2	0,12
BLL 08	1,5	2	0,25	0,81
BLL 09	1	2	0,75	0,56
BLL 16	0,75	1	1,75	0
BLL 17	1,5	0,25	0,75	0,25
BLL 18	0,5	0,25	1,5	-0,18
BLL 20	1	1	0,75	0,31
BLL 28	1	1	2,5	-0,12
BLL 35	1	0,25	2,25	-0,25
GA 12	0,5	0,25	1,5	-0,18
GA 13	1,5	0,5	2	0
GA 14	1,75	0,25	0,25	0,43
GA 33	2	1	0,25	0,68
GA 34	1	1	0,5	0,37
GA 37	2	2	0,75	0,81
GA 41	1	1	0,75	0,31

conservades tenen uns valors de QA elevats, de manera que reflecteixen de forma numèrica el seu estat global.

Les zones que prenen valor 0 o negatiu (taula 9) no implica que siguin zones sense cap tipus d'interès, sinó que són les zones que cal tenir més en compte a l'hora d'abordar la gestió i/o restauració, amb possibilitats també d'ús en educació ambiental per mostrar els efectes de determinades accions i el seu procés de recuperació. Per contra, les basses que presenten $QA > 0$ són les que tenen uns valors de conservació més alts i uns índexs d'alteració més baixos.

A partir d'aquests resultats, es determinen les actuacions més recomanables en la gestió d'aquestes zones, per tal de disminuir l'efecte de les diferents alteracions i augmentar els seus valors de conservació, així com també determinar la millor planificació pel que fa als usos de cada zona (Muñoz, 1997).

Amb la fórmula utilitzada en aquest apartat, l'únic que es pretén és disposar d'una eina de treball que permeti facilitar la gestió (conservació, restauració, educació ambiental i investigació) d'aquests ambients, per poder avaluar de forma quantitativa i al més objectivament possible la magnitud i el sentit dels possibles canvis. En aquest sentit, seria interessant fer treballs posteriors per tal de complementar aquests resultats, sobretot per introduir els possibles factors potencials de contaminació, com poden ser les aigües residuals de les urbanitzacions properes o la presència de l'abocador de Barcelona situat a la vall de Joan, i intentar mantenir una forma sistemàtica de prendre informació del medi i d'aquesta manera reconèixer de forma significativa el sentit i la magnitud dels canvis. Cal no oblidar que els sistemes aquàtics en general són excel·lents indicadors de l'estat de conservació i equilibri d'usos de la conca que drenen (Margalef, 1983). Les zones humides del Parc Natural del Garraf poden perfectament considerar-se sistemes indicadors sensibles dels processos que tenen lloc a l'interior del Parc.

Planificació de la gestió i ordenament d'usos

En el primer apartat d'aquest capítol es planifica la gestió amb la intenció de satisfer quatre objectius bàsics, la conservació, la restauració, l'educació ambiental i la investigació, proposant unes prioritats d'actuació per tal de gestionar aquests sistemes de la forma més racional possible.

Posteriorment, un cop definits els quatre objectius bàsics de la gestió, es proposa per a les 27 zones humides estudiades una sèrie d'actuacions i usos segons les seves aptituds. Es tracta d'actuacions molt concretes, pensades i dissenyades per a cada bassa en particular.

Els resultats més destacables en matèria de planificació són els següents (Muñoz, 1997):

- El 40,7% de les 27 basses estudiades s'han proposat per a la restauració.

- Dels tres usos proposats, el 45,2% de les basses es proposen per a la conservació; el 35,5%, per a l'educació ambiental, i el 19,4%, per a la recerca.

Conclusions

1. Factors d'organització

- La temperatura a la campanya de l'abril mostra una rela-

ció química simple amb l'oxigen, en la qual actua de reguladora de la concentració d'aquest gas. En l'estiatge aquesta relació ja no es compleix, ja que la concentració d'oxigen a la campanya del juliol també depèn de factors biològics. L'anàlisi multivariant afirma aquesta relació entre temperatura i concentració d'oxigen condicionada per l'activitat biològica durant la campanya del juliol, la qual cosa indica que hi ha diferències en la biologia dels sistemes entre la campanya de l'abril (època de pluges) i la del juliol (estiatge).

- El pH es mostra com un bon indicador de la producció primària en aquests ecosistemes aquàtics, ja que un augment en la concentració d'oxigen està relacionat significativament amb un augment del pH, cosa que indica una activitat fotosintètica elevada i, per tant, una producció primària alta.

- L'anàlisi multivariant mostra que el pH i la conductivitat elèctrica a la campanya de l'abril mantenen una relació directament proporcional, pròpia dels sistemes oberts o de sistemes lacunars poc productius, la qual cosa demostra que hi ha una taxa de renovació elevada; en canvi, a la campanya del juliol (estiatge) la relació és inversa, i això indica que en aquesta època l'activitat biològica augmenta, cosa que implica que hi ha més assimilació de nutrients i més producció.

Segons l'anàlisi multivariant, les característiques fisicoquímiques i biològiques i l'organització d'aquests sistemes aquàtics depenen principalment, en primer lloc, del nivell d'eutròfia, que es mostra com a principal factor organitzador; i, en segon lloc, de la morfometria, concretament la profunditat màxima d'aigua, que es mostra com a segon factor organitzador d'aquests sistemes.

- L'anàlisi multivariant ha permès classificar les diferents basses en funció de la seva organització en: 1) basses en què la temporalitat s'organitza al voltant del nivell d'eutròfia, 2) basses en què s'organitza al voltant de la morfometria, 3) basses en què s'organitza al voltant del nivell d'eutròfia i de la morfometria, i 4) basses que s'assequen durant els períodes d'estiatge.

2. Diagnosi ambiental

- El 38% de les divuit basses analitzades en la diagnosi ambiental tenen una qualitat ambiental *baixa* (de -1 a 0,2); per contra, el 22% de les basses tenen una qualitat ambiental *alta* (de 0,6 a 0,9), i no n'hi ha cap que tingui una qualitat ambiental *molt alta* (de 0,91 a 1).

- El càlcul de la qualitat ambiental de forma empírica es mostra com una bona eina de treball a l'hora de planificar la gestió i els usos d'uns ecosistemes determinats, valorant els hàbitats en conjunt com a centres de biodiversitat, i facilita el seguiment d'aquests al llarg del temps.

- Les zones humides del Parc Natural del Garraf es poden considerar sistemes indicadors sensibles dels processos que tenen lloc a l'interior del Parc.

Agraïments

L'autor agraeix l'assessorament i l'orientació en el treball a Antoni Palau, la col·laboració tècnica a Santi Llacuna i els guardes del Parc, i la revisió del text a Xavier Mayor.

Bibliografia

Anònim. (1992). *Una estratègia per aturar i revertir la pèrdua i la degradació de zones humides a la conca mediterrània*. Trieste: IWRB i Regione Friuli-Venezia Giulia. 40 pàg.

Aguiló, A. (1992). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología*. MOPT.

Alba-Tercedor, J.; Sánchez-Ortega, A. (1988). «Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Helawell». *Limnética*, 4: 51-56.

Conesa, V. (1993). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa.

Ghetti, P.F.; Bonazzi, G. (1989). *I macroinvertebrati nella sorveglianza ecologica dei corsi d'acqua*. Roma: CNR.

Margalef, R. (1983). *Limnologia*. Barcelona: Omega. 1.010 pàg.

Muñoz, A. (1997). *Ordenació i condicionament de les zones humides del Parc Natural del Garraf*. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. Universitat de Lleida [projecte de fi de carrera].

Palau, A.; Palomes, A. (1986). «Los macroinvertebrados bentónicos como elementos de juicio para la evaluación de la calidad biológica del río Segre (Lérida, NE España)». *Limnética*, 2: 205-215 (Madrid).

Prat, N. (1995). «El agua en los ecosistemas». A: *El Campo. Agua*. BBV. Pàg. 29-47.

Rives, A. (1995). *Recuperació ecològica de la riera dels Canyars. Documentació complementària a l'expedient R.E. 1516/93*. Gavà, Barcelona.

Ros, J. (1979). *Prácticas de ecología*. Barcelona: Omega. 181 pàg.

Resumen

Ordenación y acondicionamiento de las zonas húmedas del Parque Natural del Garraf (cuenca mediterránea)

Con el objetivo de caracterizar el estado actual y posteriormente planificar su gestión y ordenamiento de usos, se analizaron quince parámetros físico-químicos, morfométricos y biológicos (como la temperatura, la conductividad eléctrica, la profundidad máxima de agua, la concentración de clorofila *a*, etc.) de veintisiete balsas del Parque

Natural del Garraf en dos épocas muy diferenciadas (abril y julio), por razón de la temperatura, de la sequedad, etc. Posteriormente se estableció un índice de calidad ambiental para cada zona estudiada.

Toda esta información referente a la caracterización de las balsas (localización, parámetros físico-químicos, morfometría, vegetación y macroinvertebrados) se presenta en forma de fichas como inventario de las zonas húmedas del Parque Natural del Garraf.

Se calcularon las correlaciones existentes entre los parámetros estudiados y se hizo un análisis de componentes principales para saber, primero, su variación en el tiempo y, segundo, su variación en el espacio. La eutrofia y la morfometría son los factores que explican conjuntamente el 47,8% de la variancia total acumulada. La caracterización del estado de cada zona húmeda ha permitido proponer una estrategia de gestión y planificación con tres objetivos: la conservación, la restauración y la educación ambiental.

Abstract

Analysis of the condition of the wetlands of the Garraf Natural Park (Mediterranean Basin)

Fifteen physico-chemical, morphometric and biological parameters including temperature, electrical conductivity, maximum water depth and concentration of chlorophyll were used to analyse 27 ponds in the Garraf Natural Park during two periods of the year (April and June) which differ greatly in terms of factors such as temperature and rainfall. An index of the environmental quality of each area studied was then calculated with a view to describing the current state of the ponds and thereby help plan management and use strategies.

All the information on the wetlands (location, physico-chemical and morphometric parameters, vegetation and macro-invertebrates) is presented in dossiers and forms an inventory of the wetlands of the Garraf Natural Park.

Correlations were calculated for the parameters studied and an analysis was carried out of the principal components in order to discover possible fluctuations over time and space. Eutrophication and morphometric parameters alone explained 47.8% of the total accumulated fluctuations. The description of the condition of each wetland has led to the proposal of a management and planning strategy containing three main objectives: conservation, restoration and environmental education.